Ueber die

Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmkanal des Menschen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

unter dem Präsidium

des Herrn Professor Dr. C. v. Voit

der medicinischen Facultät

der Ludwig-Maximilians-Universität

vorgelegt

von

Max Rubner,

approb. Arzt und Assistent am physiolog. Institut.

München, 1880.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Ueber die

Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmkanal des Menschen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

unter dem Präsidium

des Herrn Professor Dr. C. v. Voit

der medicinischen Facultät

der Ludwig-Maximilians-Universität

vorgelegt

von

Max Rubner,

approb. Arzt und Assistent am physiolog. Institut.

München, 1880.

Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Ueber die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmkanale des Menschen.[1])

Zur Feststellung des Nährwerthes eines Nahrungsmittels oder eines Nahrungsstoffes genügt die Kenntniss ihrer chemischen Zusammensetzung allein nicht. Es beeinflussen vielmehr physiologische Verhältnisse ganz ausserordentlich denselben.

Die Speisen werden bei ihrem Durchgang durch den Darmtractus in zwei Theile, einen, der in die Säfte herübergeht, und einen, der vereint mit den Resten der Verdauungssäfte als Koth ausgeschieden wird, zerlegt. Ueber dies Verhältniss der eingeführten zu den resorbirten Theilen liegen bislang bei den Menschen nur wenige Versuche vor. Bei den Fleischfressern sind die Verhältnisse durch Bischoff und Voit näher bekannt; und durch zahlreiche Versuche sind für den Pflanzenfresser gleichfalls sichere Anschauungen gewonnen worden. Am Menschen war durch Franz Hofmann[2]) einige Aufklärung über Ausnützung animalischer und vegetabilischer Nahrung gebracht, durch Gustav

---

[1]) Bezüglich analytischer Angaben etc. s. Zeitschrift für Biologie 1879 Bd. 15 S. 115—202.

[2]) Sitz.-Berichte der k. b. Akademie 1869 II. 4.

Mayer[1]) ferner ist die Ausnützung verschiedener Brodsorten bekannt geworden, Woroschiloff[2]) und Strümpell[3]) haben über die Ausnützung von Leguminosen gearbeitet. Man sollte glauben, es wäre Nichts einfacher als zu bestimmen, wie viel von den in einem Nahrungsmittel in den Darm eingeführten Nahrungsstoffen in die Säfte aufgenommen wird, und wie viel davon unverändert im Koth wieder ausgeschieden wird, und doch erheischen solche Bestimmungen viele Vorsichtsmassregeln und sind sehr mühsam. Zunächst handelt es sich darum, genau denjenigen Koth zu erhalten, welcher auf das in seiner Ausnützung zu prüfende Nahrungsmittel trifft. Es ist bekannt, dass der Koth nicht so regelmässig entleert wird wie der Harn, auch wenn täglich vor dem Frühstück eine Kothentleerung erfolgt, verfügt man nicht über den unter dem Einflusse der Nahrung des vorausgehenden Tages erzeugten Koth. Man muss also den auf eine bestimmte Kost treffenden Koth mit einem Kennzeichen versehen. Während dies nun beim Fleischfresser nach dem Vorgange Voits leicht dadurch erreicht wird, dass man vor Beginn und nach Abschluss einer Versuchsreihe Knochen füttert, stellt sich die Aufgabe beim Menschen ungleich schwieriger. Ranke hat zur „Abgrenzung" direct vor und nach jedem Versuche Preisselbeeren genommen; allein es hat sich herausgestellt, dass eine scharfe Abgrenzung damit nicht zu erreichen ist. Nach vielen Irrfahrten ebnete ein eben im Gang befindlicher Ausnützungsversuch mit Milch die zu betretende Bahn. Es ergab sich nämlich, dass der Koth nach ausschliesslicher Aufnahme von Milch nicht dunkel gefärbt ist, wie der bei den meisten animalischen Nahrungsmitteln, sondern weiss oder hellgelb und was be-

---

[1]) Zeitschrift für Biologie. 1871 Bd. 7 S. 1.
[2]) Berliner klin. Wochenschrift 1873 No. 8.
[3]) Deutsch. Archiv für klin. Medicin 1875 Bd. 17 S. 108.

sonders günstig ist, dass er feste, knollige Massen (einem Maiskolben vergleichbar) von seifenartiger Consistenz darstellt.

Das bei Ausführung eines Versuches eingeschlagene Verfahren ist folgendes: Um z. B. die Ausnützung einer während 3 Tagen gegebenen Fleischmenge zu erfahren, reicht man den Tag vor Beginn des Versuches eine mässige Menge Milch (1,5 bis 2,5 Liter). Man lässt zwischen der Milchaufnahme und dem Beginn der eigentlichen Versuchsreihe eine Pause von 16—24 Stunden, um die Vermischung der Kothsorten zu vermeiden. 15 Stunden vor Abschluss des letzten Versuchstags wird die letzte Mahlzeit eingenommen, worauf dann gewöhnlich 6 Stunden nach dem Abschluss, also 21 Stunden nach der letzten Mahlzeit, wiederum Milch aufgenommen wird. Dadurch schliesst man also den Versuchskoth zwischen den weissen leicht erkennbaren Milchkoth ein.

Der Koth selbst wird auf grossen Porzellanplatten aufgefangen, und natürlich eine Uebereinanderlagerung der einzelnen Parthien ganz vermieden.

Durch diese genaue Abgrenzung mittelst Milch ist es allein möglich, einen Versuch auf 2—3 Tage zu beschränken, was von der grössten Wichtigkeit für das Gelingen ist. Es liegt nämlich eine weitere Schwierigkeit der Ausnützungsversuche am Menschen darin, dass man bei ihm die Versuche mit dem gleichen Nahrungsmittel, wenn dasselbe auch Anfangs vortrefflich mundet, nur selten länger als einige (höchstens 4—5) Tage fortsetzen kann. Die meisten Menschen sind so verwöhnt, dass sie die ausschliessliche Aufnahme ein- und desselben Nahrungsmittels in der gleichen Weise zubereitet, auf die Dauer nicht ertragen; sie bekommen Ekel vor der eintönigen Kost und selbst Darmbeschwerden, wie z. B. Diarrhoe. Man meint wohl, man könnte leicht während mehrerer Tage nur von Reis, Mais, Brod, Kartoffeln, Milch, Eiern, Fleisch etc. leben, da ja ganze Völkerschaften eines

oder das andere dieser Nahrungsmittel fast ausschliesslich geniessen. Aber man täuscht sich hierin sehr. Die Meisten, an unsere abwechslungsreiche Kost gewöhnt, nehmen häufig schon nach wenigen Mahlzeiten ein solches Nahrungsmittel mit Widerwillen auf, so dass der Versuch nur wenige Tage fortgesetzt werden kann. Nur selten trifft man an einfache und sparsame Kost gewöhnte Individuen, welche grössere Quantitäten eintöniger Kost längere Zeit geniessen.

Bei solchen Versuchen erkennt man so recht die hohe Bedeutung der Abwechslung in unserer Kost. Je kürzere Zeit nun eben für die Versuche verwendet wird, um so genauer muss die Abgrenzung sein, um genaue Resultate zu erhalten. Als Getränk habe ich meistenstheils Bier gegeben, in einigen Versuchen Brunnenwasser, mehrmals auch kohlensaures Wasser oder etwas Wein. Die dargereichten Nahrungsmittel, sowie der entleerte Koth wurden in allen Fällen durch eigene Analysen auf ihren Gehalt an festen Theilen an Stickstoff, (Eiweiss) Fett- und Aschenbestandtheilen untersucht. Die Bestimmung des Stickstoffes geschah nach der Methode von Will-Varrentrapp, die des Fettes durch Extraction mit Aether. Daraus konnte die Ausnützung des Gesammtnahrungsmittels, sowie des darin enthaltenen Eiweisses, des Fettes, der Asche und der Kohlenhydrate mit genügender Genauigkeit entnommen werden. Zur Controllirung der Eiweiszersetzung im Körper wurde in dem Harn der Harnstoff nach der Liebig'schen Titrirmethode nach vorheriger Ausfällung des Chlors mit Silber-Nitrat bestimmt und auch der gesammte Stickstoff nach dem Verfahren von Schneider-Seegen. Ich lasse zunächst die bei den einzelnen Versuchen erhaltenen Zahlenresultate folgen, um dann schliesslich die Ergebnisse derselben zusammenzufassen. Wo nichts Spezielles angegeben ist, wurde mit Milch abgegrenzt.

Versuch I Fleischkost (a)
10—14. Juli 1876.

Versuchsperson A., stud. med., 22 Jahre alt, Gewicht 72 Kilogramm.

Das verwendete Rindfleisch war sorgfältig von Sehnen, Fett und Bindegewebe befreit unter Zugabe von wenig Butterfett, Pfeffer, Zwiebel und Salz gebraten worden. Von dem Braten wurden dann zur Bestimmung des Gehaltes an Wasser und Fett Proben weggenommen. Obwohl die Speise ausserordentlich wohlschmeckend war, so konnte dieselbe von der Versuchsperson am dritten Tage doch nur mit Mühe verzehrt werden, da sich Widerwillen einstellte. Die folgende Tabelle gibt über die Bestandtheile der Einnahmen und über die des Kothes näheren Aufschluss.

Einnahmen.

Datum	Braten frisch	Braten trocken	Stickstoff berechnet	Fett bestimmt	Asche berechnet
1) 11. Juli	936	387,9	—	19,9	—
2) 12. „	869	372,7	—	21,9	—
3) 13. „	849	339,7	—	20,8	—
Summe	2654	1100,3	146,3	62,6	55,9
im Tag	884	366,8	48,8	20,9	18,6

Ausgaben.

Datum	Koth trocken	Stick stoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Harnsäure
1) 11. Juli	—	—	—	—	1960	42,3	1,374
2) 12. „	—	—	—	—	2150	50,8	1,601
3) 13. „	—	—	—	—	2070	48,5	1,608
Summe	51,6	3,6	13,2	8,4	6180	141.6	4,583
im Tag	17,2	1,2	4,4	2,8	2060	47,2	1,528

Der Verlust durch den Koth stellt sich also wie folgt:
an Trockensubstanz 4,7%,
an Stickstoff 2,5%,
an Fett 21,1%,
an Asche 15,0%.

Die einzelnen Nahrungsstoffe werden demnach in sehr ungleicher Menge im Darme verwerthet. Ein Vergleich des Stickstoffgehaltes der Einnahmen und der Ausgaben zeigt:

Stickstoff in Fleisch	146,3
Stickstoff im Harn und Koth . . .	145,3
	+ 1,0.

Es fehlt in den 3 Tagen also nur 1 Gramm Stickstoff in den Ausgaben, welcher wohl in Form von Eiweiss am Körper zum Ansatze gelangte. Mit der geringen Kothbildung geht eine seltene Entleerung desselben Hand in Hand. Die erste Entleerung von Fleischkoth fand erst 5 Tage nach der Aufnahme von Fleisch statt. Die mikroskopische Untersuchung liess zahlreiche im Zerfall begriffene Muskelprimitivbündel erkennen. Es ist dies also ein Unterschied von dem Fleischfresser, bei welchem sich unter normalen Verhältnissen niemals Reste von Muskelfasern im Kothe finden.[1]) Bei meiner Versuchsperson machte sich in Folge der Aufnahme von 1435 gr. Fleisch pro Tag eine bedeutende Ermüdung besonders in den unteren Extremitäten bemerkbar. Auch Ranke gedenkt der gleichen Erscheinung und sucht ihre Ursache in den reichlich entstandenen Zersetzungs- und Ausscheidungsprodukten des Fleisches. Es betrug bei meiner Versuchsperson am 2. und 3. Tage die Menge des entleerten Harnstoffes bis 100 gr.

Versuch II Fleischkost (b)
12—14. Juni 1876.

Versuchsperson A.

Die Zubereitung des Fleisches und die Ermittlung der

[1]) Bischoff u. Voit, die Gesetze d. Ernähr. d. Fleischfr., S. 291.

Zusammensetzung desselben geschah wie in Versuch I. Die Abgrenzung des Fleischkothes geschah damals noch nicht mit Milch, sondern mit gemischter Kost, wodurch die Grenzen weniger scharf ausgeprägt waren. Die Resultate des Versuches erleiden keine Einbusse. Die folgende Tabelle gibt die dabei erhaltenen Resultate.

Einnahmen.

Datum	Braten frisch	Braten trocken	Stickstoff berechnet	Fett bestimmt	Asche berechnet
1) 12. Juni	571	234,5	—	21,8	—
2) 13. „	748	304,5	—	24,8	—
3) 14. „	895	380,3	—	25,3	—
Summe	2214	919,3	119,5	71,9	45,7
im Tag	738	306,4	39,8	23,9	15,2

Ausgaben.

Datum	Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche [1])	Harnmenge	Stickstoff im Harn
1) 12. Juni	—	—	—	—	—	2950	24,94
2) 13. „	—	—	—	—	—	2120	40,90
3) 14. „	—	—	—	—	—	2260	47,01
Summe	159,0	51,3	3,36	12,1	6,62	7330	112,85
im Tag	53,0	17,1	1,12	4,0	2,23	2442	37,61

Es gelangen demnach von 100 gr. der eingeführten Trockensubstanz und der einzelnen Nahrungsstoffe im Darmkanale nicht zur Verwerthung:

an Trockensubstanz 5,6%,
an Stickstoff 2,8%,
an Fett 17,2%,
an Asche 14,5%.

[1]) Die Aschezahlen sind in der Abhandlung p. 128 in dieser Weise zu ändern.

Auch hier trat das lebhafteste Gefühl der Ermüdung besonders an den unteren Extremitäten auf und schon am 2. Tage ein gewisses Abgegessensein trotz grosser Schmackhaftigkeit der Speisen. Während des dreitägigen Versuches verhielten sich Einnahmen und Abgaben wie folgt:

Stickstoff in Fleisch	119,5
Stickstoff im Harn und Koth . . .	116,2
	+ 3,3.

Es gelangten also 3,3 gr. Stickstoff im Eiweiss zum Ansatze.

Ranke[1]) hat 3 Versuche mit reichlicher Fleischaufnahme angestellt und dabei ebenfalls die Menge des Kothes sowie den Stickstoffgehalt desselben bestimmt. Er verzehrte in dem einen Versuche an einem Tage 1832 gr. frisches Rindfleisch, wobei 5,2% an Stickstoff verloren wurden; in einem zweiten Versuch ass er 2009 gr. Rehfleisch, wobei 12,4% an Stickstoff im Kothe abgingen. Bei einem dritten Versuche endlich wurden 1281 gr. Rindfleisch genossen und 11,5% des Stickstoffes im Kothe ausgeschieden. Also fast durchgehends Werthe, die von den meinigen ziemlich weit abweichen. Ranke hat aber stets nur einen einzigen Tag dem Versuche widmen können, da nicht nur Widerwillen gegen das Fleisch, sondern auch ein Gefühl von Magenbelästigung, Brechneigung etc. eintrat. Diese zweifellose Verdauungsstörung dürfte wohl den grösseren Stickstoffverlust bei den Versuchen Ranke's erklären.

Versuch III Eierkost

12—14. Juli 1876.

Versuchsperson B., stud. med., 23 Jahre alt, Körpergewicht 46 Kgr.

Die zum Versuch verwendeten Eier wurden frisch gewogen, dann hart gesotten und das Gewicht der Schalen

---

[1]) Archiv für Anat. und Physiol. 1862, S. 311.

bestimmt. Täglich wurden ungefähr 7 gr. Kochsalz mit verzehrt. Als Getränke diente Brunnenwasser. Da der Eierkoth dem Milchkoth in Farbe sehr ähnlich ist, wurde in diesem Versuche an dem vorausgehenden und nachfolgenden Tage gemischte Kost mit vorzüglich grünem Gemüse verzehrt. Der gelbe und etwas weichere Eierkoth lässt sich von dem grünen mit Pflanzenfasern vollständig durchzogenen Gemüsekoth sehr leicht trennen. Nachstehende Tabelle enthält die Versuchsresultate.

Einnahmen.

Datum	Eier frisch	Eier trocken	Stickstoff berechnet	Fett berechnet	Asche berechnet	Harnsäure
1) 12. Juli	1017,4	—	—	—	—	—
2) 13. „	878,8	—	—	—	—	—
Summe	1896,2	494,9	41,5	206,7	20,9	14,8
im Tag	948,1	247,4	20,7	103,3	10,4	7,4

Ausgaben.

Datum	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Harnsäure
1) 12. Juli	—	—	—	—	1348	21,4	—
2) 13. „	—	—	—	—	1245	22,4	0,2623
Summe	25,9	1,22	10,4	3,86	2593	43,8	—
im Tag	13,0	0,61	5,2	1,93	1296	21,9	—

Der procentige Verlust an den einzelnen Bestandtheilen der Eier betrug also:

an Trockensubstanz 5,2%,
an Stickstoff 2,9%,

an Fett 5,0%,
an Asche 18,4%.

Es unterscheiden sich also, wie man sieht, die harten Eier in Beziehung der Ausnützung der Trockensubstanz und des Eiweisses fast gar nicht von dem gebratenen Fleische.

Die Eiweissstoffe des Eies gerinnen bekanntlich zum grössten Theil, wenn sie bis auf 100° erhitzt werden, und müssen durch die Verdauungssäfte wieder aufgelöst werden; das Syntonin, der hauptsächlichste eiweissartige Stoff des Fleisches gerinnt in der Hitze nicht. Beim gesunden Menschen also bringt die Verschiedenheit in den Bedingungen, welche nöthig sind, um Eier oder Muskelfleisch in den Säftestrom hinüber zu bringen, keine Differenz im Nährwerth hervor, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass hartgesottene Eier in der gleichen Zeit in die Säfte übertreten wie das Fleisch. Nachdem sich nun zwischen Fleisch und harten Eiern in der Verwerthung im Darme kein Unterschied gezeigt hat, ist es höchst wahrscheinlich, dass beim gesunden Menschen das weiche Ei in demselben Grade zur Aufnahme gelangt, wie das harte und ist daher von einem weiteren Versuche abgesehen worden.

Die zugeführte Stickstoffmenge deckte den Bedarf nicht, wie aus der Stickstoff-Einnahme und Abgabe zu ersehen ist.

Stickstoff in den Eiern	41,5
Stickstoff im Harn und Koth	45,0
	— 3,5.

Versuch IV. Milchkost (a)
2—5. Juli 1876.

Da die Muttermilch für den Neugebornen eine Nahrung darstellt und an ihrer Stelle wenigstens nach einigen Lebensmonaten mit demselben Erfolg Kuhmilch gegeben werden kann, und da ferner die Milch auch für den Erwachsenen ein sehr verbreitetes Nahrungsmittel darstellt, so sollte man denken, dass sie besonders günstig für die Aufnahme im

Darme geeigenschaftet sei. Ich habe eine grössere Anzahl von Versuchen über Milch zur Verfügung und will nun zunächst über einen dreitägigen Versuch mit Milch berichten, den Herr Dr. N. Gerber aus Thun im hiesigen Laboratorium ausgeführt hat.

Versuchsperson C., 27 Jahre alt, Körpergewicht 71 Kgr.

Einnahmen.

Datum	Milch frisch	Milch trocken	Stickstoff	Fett	Zucker	Asche
1) 2. Juli	2600	—	—	—	—	—
2) 3. „	2285	—	—	—	—	—
3) 4. „	2430	—	—	—	—	—
Summe	7315	945,1	46,1	285,3	307,2	53,4
im Tag	2438	315,0	15,4	95,1	102,4	17,8

Ausgaben.

Datum	Koth frisch	Koth trocken	Stick-stoff	Fett	Asche	Harn-menge	Stick-stoff im Harn	Harn-säure
1) 2. Juli	—	—	—	—	—	1565	15,6	0,044
2) 3. „	—	—	—	—	—	2080	10,3	—
3) 4. „	—	—	—	—	—	1630	14,7	0,039
Summe	287,0	74,5	3,0	9,32	26,1	5275	40,6	—
im Tag	96,3	24,8	1,0	4,66	8,7	2637	13,5	—

Die Ausnützung der Trockensubstanz und der einzelnen Nahrungsstoffe ist demnach folgende:

an Trockensubstanz 7,8%,

an Stickstoff 6,5%,

an Fett 3,3%,

an Asche 48,8%.

Demnach wird die Milch ungleich schlechter im Darme verwerthet wie das Fleisch und die Eier. Sehr auffallend

ist ganz besonders die geringe Aufnahme der Aschenbestandtheile. Der Körper der Versuchsperson befand sich nahezu im Stickstoff-Gleichgewicht, denn es waren:

Stickstoff in der Milch	46,1
Stickstoff im Harn und Koth	43,6
	+ 2,5,

also 2,5 Stickstoff gelangten noch zum Ansatz.

Versuch V, VI, VII, Milchkost (b, c, d)

6. Juli 1878, 18. März 1878, 31. Januar 1878.

Die schlechte Ausnützung der Milch bestätigte sich in einer grösseren Anzahl von eintägigen Versuchen, die ich selbst auszuführen die Gelegenheit hatte.

Einnahmen.

	Milch frisch	Milch trocken	Stickstoff	Fett	Zucker	Asche
A.	2050	264,9	12,9	79,9	86,1	15,0
D.	3075	307,3	19,4	119,9	129,1	22,4
E.	4100	529,7	25,8	160,0	172,2	29,9

Ausgaben.

	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn
A.	22,3	0,9	5,7	7,0	2610	12,6
D.	40,6	1,5	6,7	10,9	2225	16,6
E.	50,0	3,1	7,4	13,3	—	—

Daraus berechnet sich folgender procentiger Verlust durch den Koth:

	N. V.	N. VI.	N. VII.
an Trockensubstanz	8,4	10,2	9,4
an Stickstoff	7,0	7,7	12,0
an Fett	7,1	5,6	4,6
an Asche	46,8	48,2	44,5

Es zeigen sich also hier die Verhältnisse ganz ähnlich wie in Versuch IV; nur ergibt sich, dass bei sehr grossen Gaben von Milch die procentige Ausnützung des Eiweisses zuerst merklich schlechter wird, während die Ausnützung des Fettes und der Asche sich etwas günstiger gestaltet.

Es gibt selbstverständlich eine Grenze der günstigen Aufnahmsfähigkeit für ein Nahrungsmittel, über welche hinaus immer mehr und mehr unaufgenommen aus dem Darm abgeht. Interessant aber ist es, dass dieser Punkt für die Ausnützung des Stickstoffes der Milch schon überschritten, während die vermehrte Zufuhr von Fett und Asche noch eine reichliche Aufnahme mit % günstiger Ausnützung hervorruft.

Nach den vorliegenden Thatsachen steht es fest, dass die Milch unter den animalischen Nahrungsmitteln am schlechtesten im Darm verwerthet wird. Ich kann dafür noch eine Reihe anderer eintägiger Versuche, denen ich die bereits mitgetheilten Versuche noch beireihe, als Belege bringen, bei denen ich nur die Trockensubstanz berücksichtigt habe.

Versuchsperson	Milch frisch	Milch trocken	Koth trocken	Verlust in %
D	1025	132,4	10,6	8,0
D	1025	132,4	12,2	9,2
D	1537	198,6	15,3	7,7
D	1537	198,6	15,9	7,8
D	1537	198,6	15,5	7,7
D	2050	264,9	22,8	8,6
A	2050	264,9	22,3	8,4
A	2050	264,9	22,3	8,4
C	2438	315,0	24,7	7,8
D	3075	397,3	33,7	8,5
D	3075	397,4	40,6	10,2
E	4100	529,7	50,0	9,4

Unzweifelhaft hat der bedeutende Aschegehalt des Milchkothes einen grossen Antheil an der Verschlechterung der

Ausnützung; um dies zu erläutern, habe ich für die Fleisch-, Eier- und Milchkost den procentigen Verlust an organischer Substanz berechnet.

Kost	% Verlust an Trocken-substanz	% Verlust an organ. Substanz
Fleisch I . . .	4,7	4,1
Fleisch II . . .	5,6	4,7
Eier	5,2	4,7
Milch IV . . .	7,8	5,4

Es stellt sich also bei dieser Anschauung der procentige Verlust der Milch nur wenig ungünstiger als die der übrigen animalischen Nahrungsmittel. Die Ursache nun der bedeutenden Ascheabgabe bei Milchkost ist die Reichhaltigkeit derselben an Kalksalzen. Durch die Aufnahme von Milch wird die Ausscheidung des Kalkes im Harne kaum vermehrt. So fand ich z. B. im 24 stündigen Harn des Menschen bei Aufnahme von 2000 cubcm. Milch nur 0,057 gr. Kalk, bei 3075 cubcm. Milch 0,119 gr., bei Aufnahme von Schwarzbrod 0,126 gr. Der Ausscheidungsweg für den Kalk ist der Darmkanal. Legt man nun zur Berechnung der Zufuhr an Kalk die Angabe Webers[1]) zu Grunde, nach welcher 100 Theile Milchasche 17,31 gr. Kalk enthalten, so sind während des Versuches IV 9,24 gr. Kalk in der Milch aufgenommen und im Koth 9,83 gr. abgegeben worden. Es lässt sich also kein Zurückhalten von Kalksalzen nachweisen. Der Körper des Erwachsenen bedarf deren nur in geringer Menge.

Anders wie hier beim Erwachsenen liegen die Verhältnisse beim wachsenden Organismus, wie Forster[2]) gezeigt

[1]) Gorup-Pasenez, physiol. Chemie S. 398.

[2]) Mittheil. d. morph.-physiol. Ges. z. München Nr. III.

hat. Die Kuhmilch wird nämlich bis auf 6,35% der Trockensubstanz aufgenommen und von den Kalksalzen gelangen 25% herüber in den Organismus. Unter gewissen Verhältnissen sonach scheint mehr Asche aus dem Darm in die Säfte überzugehen, nämlich dann, wenn der Körper ein Bedürfniss nach dem einen oder anderen Aschebestandtheil hat.

Versuch VIII. Kost aus Milch und Käse (e),
26. Januar 1877.

Versuchsperson E., Soldat, 23 Jahre alt, 72 Kgr. Körpergewicht.

So wünschenswerth es gewesen wäre, Ausnützungsversuche ausschliesslich mit Käse anzustellen und so sehr es angestrebt wurde, konnte doch keine Versuchsperson gefunden werden, die es vermocht hätte, grössere Mengen von Käse ohne Zuthat eines anderen Nahrungsmittels zu geniessen.

Milch und Käse zusammen können in grossen Quantitäten aufgenommen werden. Da nun die Wirkung der Milch bekannt war, konnte ich aus Versuchen mit Mischungen von Milch und Käse auf die Wirkung des Käses allein schliessen.

Einnahmen.

Milch frisch	Milch trocken	Käse frisch	Käse trocken	Gesammt-trocken-substanz	Stick-stoff	Fett	Zucker	Asche
2291	296,0	200	123,8	420	24,1	138,6	96,2	27,5

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harn-menge
98,3	25,3	0,9	3,8	7,2	1250

Der procentige Verlust stellt sich:
an Trockensubstanz 6,0%,

an Stickstoff 3,7%,
an Fett 2,7%,
an Asche 26,1%.

Es ist also durchgängig eine bessere Ausnützung der Nahrungsstoffe erreicht worden.

Versuch IX. Kost aus Milch und Käse (f),
10. Juni 1877.

Versuchsperson D., Diener im physiologischen Institut, 43 Jahre alt, Körpergewicht 74 Kgr.

Dieser eintägige Versuch gab, obwohl er an einer andern Person angestellt wurde, doch nahezu das gleiche Resultat, wie der vorige. Es verhalten sich nämlich Einnahmen und Ausgaben wie folgt:

Einnahmen.

Milch frisch	Milch trocken	Käse frisch	Käse trocken	Gesammt-trocken-substanz	Stick-stoff	Fett	Zucker	Asche
2050	264,9	218	134,9	399,8	23,5	133,6	86,1	26,7

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harn-menge	Stickstoff im Harn
88,2	27,4	0,7	10,1	8,2	1100	24,3

woraus sich folgender Verlust berechnet:
an Trockensubstanz 6,8%,
an Stickstoff 2,9%,
an Fett 7,7%,
an Asche 30,7%.

Versuch X. Kost aus Milch und Käse (g),
7. Juni 1877.

Versuchsperson D.

Ich habe vorher über einen Versuch berichtet, (Nr. VII), welcher zeigt, wie bei Aufnahme einer übermässig grossen Quantität von Milch die Ausnützung im Darme abnimmt. Ich habe nun den gleichen Versuch unter Zusatz von viel Käse zur Milch angestellt.

Einnahmen.

Milch frisch	Milch trocken	Käse frisch	Käse trocken	Gesammt-trocken-substanz	Stick-stoff	Fett	Zucker	Asche
2209	285,4	517	320,0	605	38,9	213,5	92,8	44,1

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harn-menge	Stickstoff im Harn	Harn-säure
273,7	66,8	1,9	25,4	20,3	1525	25,3	0,200

Daraus berechnet sich ein Verlust
an Trockensubstanz 11,3%,
an Stickstoff 4,9%,
an Fett 11,9%,
an Asche 45,6%.

Die absolute Quantität des trockenen Kothes ist entsprechend der bedeutenderen Menge der verzehrten Trockensubstanz sehr beträchtlich; dennoch ist bei Zusatz von Käse absolut und procentig weniger Stickstoff verloren gegangen als bei Versuch VII, jedoch mehr Fett und Asche. Während bei dem Versuche VII mit viel Milch vor Allem das Eiweiss es war, welches einen erhöhten Verlust gegenüber den Versuchen mit weniger Milch zeigte, ist es im Versuch X das Fett und besonders die Asche, deren Ausnützung verschlechtert worden ist, den Versuchen mit geringerer Zugabe von Käse gegenüber. Wie aus der Stickstoff-Bilanz sich ergibt, hat bei

den letzten Versuchen ein Ansatz von 11,1 gr. Stickstoff am Körper stattgefunden. Die vorliegenden Thatsachen machen es wahrscheinlich, dass einem Erwachsenen eine grössere Menge von Eiweiss, wenn man die Wahl zwischen Milch und Käse hat, besser in letzterem zugeführt wird. Die Ursache der günstigeren Eiweissausnützung im Käse liegt vielleicht in dem verschiedenen physikalischen Verhalten, in welchem Milch und Käse in den Darm gelangen. Die Kuhmilch gerinnt nämlich im Magen zu grossen Klumpen, während der Käs, in kleine Stückchen zerkaut, verschluckt wird. Es ist möglich, dass bei Aufnahme von Milch und Käse die Gerinnsel des Caseins durch die Käsestückchen zertheilt werden, so dass die Milchklumpen keine grossen Massen mit geringer Oberfläche bilden.

Die Vegetabilien nehmen als Nahrungsmittel ein hohes Interesse desshalb in Anspruch, weil der weitaus grösste Theil der Menschheit den Bedarf an Nahrungsstoffen hauptsächlich aus dem Pflanzenreiche zu beziehen gezwungen ist. Ich habe einige der in ausgedehnterem Masse verwendeten Vegetabilien zu den folgenden Versuchen verwendet.

Versuch XI. Maiskost.

8. bis 10. Dezember 1876.

Versuchsperson A.

Eine sehr ausgedehnte Verwendung findet der Mais namentlich in Oberitalien, Südtirol etc., wo man ihn als Polenta, d. h. in Form eines steifen Breies unter Zusatz von Käse, hie und da auch unter Zusatz von Fett als ausschliessliche Nahrung geniesst. Bei meinem zweitägigen Versuche wurde der gekochte Mais mit Butter übergossen und mit möglichst wenig Parmesankäse bestreut; leider genügte auch diese Geschmacksverbesserung nicht, um die beabsichtigten

Mengen von Speise zuzuführen, sondern es musste noch Fleischextrakt dazu genommen werden. Der Versuch gab die folgenden Werthe:

Einnahmen.

Mais frisch	Mais trocken	Stick-stoff	Fett	Asche	alle Einnahmen			
					trocken	Stick-stoff	Fett	Asche
700	—	—	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe 1500	1282,9	22,19	6,80	7,05	1476	29,39	97,22	53,52
im Tag 750	641,4	11,1	3,4	3,52	738	14,60	48,61	26,76

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harn-menge	Stickstoff im Harn
—	—	—	—	—	1525	16,24
—	—	—	—	—	1990	14,13
Summe 396,1	98,7	4,54	17,04	16,07	3515	30,37
im Tag 198,0	48,3	2,27	8,52	8,03	1757	15,18

Daraus berechnet sich ein Verlust:

an Trockensubstanz 6,7%,
an Stickstoff 19,2%,
an Kohlehydraten 3,2%,
an Fett 17,5%,
an Asche 30%.

Ich habe hier den Stickstoff des Fleischextraktes von den Einnahmen abgezogen, weil von dessen Bestandtheilen im Darme kaum etwas zurückbleibt. Die Aufnahme der Eiweiss-Substanzen ist also eine ziemlich ungünstige gegenüber den früheren Versuchen. Bezüglich der Berechnung der Kohlehydrate bemerke ich, dass von dem trockenen Mais das Eiweiss, das Fett und die Asche in Abzug ge-

bracht wurde, wonach ein Rest bleibt, den man mit dem Namen der stickstofffreien Extraktstoffe zu bezeichnen pflegt.

Verfährt man mit dem Kothe in gleicher Weise, so bleibt auch ein Rest, der aber nicht vollständig aus stickstofffreien Extraktstoffen bestehen kann, da man einen solchen auch erhält nach Fütterung von Substanzen, welche nur Spuren von Kohlehydraten enthalten, wie z. B. nach Aufnahme von Fleisch; ebenso wenig ist der Stickstoff des Kothes ganz im Eiweiss vorhanden, der Aetherextrakt enthält nicht nur Neutralfette allein. Trotzdem will ich in den Kothsorten nach Vegetabilien-Fütterung diesen Rest als Kohlehydratrest betrachten, da die Zahlen genau genug sind, um gewisse Schlüsse damit zu ziehen. Wir sehen, dass die im Mais reichlich vorhandenen Kohlehydrate im Darme sehr gut verwerthet werden. Die zugeführte Stickstoffmenge deckte den Bedarf nicht, es wurden noch 5,51 gr. in zwei Tagen vom Körper abgegeben.

Versuch XII. Reiskost, 24.—26. Januar 1877.

Versuchsperson A.

Die Zahl der Menschen, die sich mit Reis erhalten, ist weit grösser noch als für den Mais, vorzüglich in Ostindien, Japan, China dient er der Volksernährung. Es ist selbstverständlich, dass er in den mannigfachsten Formen genossen wird. Zu meinem Versuche wählte ich diejenige, welche sich bei uns allenthalben eingebürgert hat, nämlich den Risotto. Zur Herstellung desselben kocht man 125 gr. Reis mit 20 gr. Rindsmark in etwa 500 cubcm. Wasser bis zur gehörigen Erweichung der Körner. Ich sah mich nach der ersten Mahlzeit genöthigt, Fleischextrakt beizugeben, wenn der Versuch nicht überhaupt abgebrochen werden sollte. Die Einnahmen und Ausgaben stellten sich dabei wie folgt:

Einnahmen.

Reis frisch	Reis trocken	Stickstoff	Kohlehydrate	Asche	alle Einnahmen				
					trocken	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Asche
660	—	—	—	—	—	—	—	—	—
616	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe 1276	1103,8	17,8	985,8	8,5	1320,5	20,9	148,3	985,8	47,6
im Tag 638	551,9	8,9	492,9	4,2	660,2	16,4	74,1	492,9	23,8

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn
—	—	—	—	—	2380	13,28
—	—	—	—	—	2090	9,86
Summe 389,3	54,5	4,27	10,5	7,14	4470	23,14
im Tag 194,6	27,2	2,13	5,2	3,57	2235	11,59

Der procentige Verlust im Koth beträgt demnach:

an Trockensubstanz 4,1%,
an Stickstoff 25,1%,
an Fett 7,1%,
an Kohlehydraten 0,9%,
an Asche 15,0%.

Ich habe hier wie beim Maise den Fleischextraktstickstoff bei den Einnahmen weggelassen. Es kehrt also hier der grosse Stickstoffverlust wieder, aber ebenso eine vorzügliche Aufnahme der Kohlehydrate. Die Stickstoffabgabe übersteigt die Stickstoffaufnahme. In zwei Tagen wurden 5,6 gr. Stickstoff verloren.

Versuch XIII. Kartoffelkost, 27.—30. Januar 1877.

Versuchsperson E.

Da die Kartoffel namentlich in Deutschland, Irland etc. sich den Weg in so hohem Grade in die Küche des Volkes gebahnt hat, ist es äusserst interessant, auch hierüber ein Versuchsmaterial an der Hand zu haben. Ich war natürlich bestrebt, auch für diesen Versuch das bestmöglichste Individuum aufzutreiben und wurde ein kräftiger Soldat verwendet, welcher in der bayerischen Oberpfalz zu Hause, an reichliche Kartoffel-Aufnahme gewöhnt war. Aber auch bei ihm war es nicht möglich, eine erhebliche Zufuhr von Kartoffeln in einer Zubereitungsform zu Stande zu bringen; man musste vielmehr verschiedene auswählen, um die Zufuhr zu ermöglichen. So wurden denn die gesottenen Kartoffel mit Salz oder mit Butter oder mit Essig und Oel als Salat gegessen oder auch in Form von Schnitzen oder geröstet verabreicht. Die Ergebnisse des Versuches waren folgende:

Einnahmen.

rohe Kartoffel ohne Schale	trocken	Stick-stoff	Asche	alle Einnahmen				
				trocken	Stick-stoff	Fett	Kohle-hydrate	Asche
2967,6	—	—	—	—	—	—	—	—
2789,1	—	—	—	—	—	—	—	—
3476,1	—	—	—	—	—	—	—	—
9232,8	2457,8	34,37	79,54	2993,0	34,37	430,3	2154,2	192,1
3077,6	819,3	11,45	26,51	967,7	11,45	143,8	718,1	64,0

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Harnsäure
—	—	—	—	—	1570	12,8	0,61
—	—	—	—	—	1330	7,6	0,51
—	—	—	—	—	2000	6,0	0,55
1905,0	281,4	11,06	15,93	30,39	4900	26,4	—
635,0	93,8	3,69	5,31	10,13	1633	8,8	—

Der Verlust betrug also:
an Trockensubstanz 9,4%,
an Stickstoff 32,2%,
an Fett 3,7%,
an Kohlehydraten 7,6%,
an Asche 15,8%.

Im Allgemeinen kehren dieselben Verhältnisse wieder wie beim Mais und Reis, nur ist durchgehends die Ausnützung um einiges ungünstiger.

Bemerkenswerth erscheint mir, dass die Resorption des Fettes nicht minder gut war als bei Eierkost z. B., obwohl ein beträchtlicher Theil der Kohlehydrate und besonders des Stickstoffs der Aufnahme sich entzog. Da die absolute Menge des Kothes eine sehr grosse ist, so sind die Kothentleerungen viel häufiger als bei anderer Kost. Es wurde mehrmals im Tag, ja selbst während der Nacht Koth abgegeben. Mit Jod lässt sich in demselben leicht Stärke nachweisen. Der Mann nahm im Tag 3078 gr. Kartoffeln auf, an denen er aber, man kann sagen, den ganzen Tag über ass. Die Tagesportion eines irischen Arbeiters an Kartoffeln soll sogar 4500 gr. betragen.

Obwohl durch die reichlich zugeführten Kohlehydrate

das Bedürfniss des Körpers an Stickstoff an sich niedrig ist, so wurden doch noch in 3 Tagen 3,1 gr. Stickstoff verloren.

Versuch XIV. Weissbrodkost (a),
13.—16. Februar 1878.

Versuchsperson D.

Ich werde nun über eine Reihe von Versuchen berichten, welche das Gemeinschaftliche haben, aus dem gleichen Nahrungsmittel hergestellt zu sein, nur die Art der Zubereitung ist variirt. Es ist ja denkbar, dass die Art der Zubereitung einen Einfluss auf die Aufnahmsfähigkeit einer Speise übt. Die Verarbeitung des Weizenmehls zu Brod geschah im physiologischen Institute unter meiner steten Aufsicht. Der Teig, dem etwas Hefe zugesetzt worden war, wurde ohne Verlust auf ein mit etwas Bienenwachs bestrichenes Eisenblech gebracht und sorgfältig gebacken. Der Versuch ergab:

Einnahmen.

Mehl frisch	Mehl trocken	Stickstoff	Asche	alle Einnahmen			
				trocken	Stickstoff	Kohlehydrate	Asche
505	—	—	—	—	—	—	—
603	—	—	—	—	—	—	—
392	—	—	—	—	—	—	—
Summe 1500	1315,5	21,44	4,08	1364,2	22,78	1173,4	29,9
im Tag 500	438,8	7,14	1,39	421,4	7,59	391,1	9,9

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	—	730	13,87	13,0
—	—	—	—	580	9,93	10,0
—	—	—	—	645	9,88	10,0
Summe 285,7	70,6	5,86	7,6	1955	33,68	33,0
im Tag 95,2	23,5	1,95	2,5	652	11,23	11,0

In Procenten ausgedrückt, ist der Verlust:

an Trockensubstanz 5,2%,
an Stickstoff 25,7%,
an Kohlehydraten 1,4%,
an Asche 25,4%.

Gustav Mayer fand bei Semmelkost eine etwas bessere Verwerthung des Stickstoffs, eine ungünstigere der Asche. Da die zugeführte Menge an Kohlehydraten nicht sehr gross war, ist auch der Verlust an Stickstoff ein ziemlich bedeutender, denn der Körper gab in 3 Tagen 16,8 Stickstoff ab.

Versuch XV. Weissbrodkost (b),
21.—24. Februar 1878.

Versuchsperson D.

Da das Versuchsindividuum erklärte, leicht grössere Massen aufnehmen zu können, habe ich einen weiteren Versuch angestellt, bei welchem nur die Menge der Substanz vermehrt wurde. Der Versuch lieferte folgende Zahlen:

Einnahmen.

Mehl frisch	Mehl trocken	Stick-stoff	Asche	alle Einnahmen			
				trocken	Stickstoff	Kohle-hydrate	Asche
698	—	—	—	—	—	—	—
834	—	—	—	—	—	—	—
1068	—	—	—	—	—	—	—
Summe 2580	2258,8	36,8	11,52	2338,2	39,11	2010,3	51,52
im Tag 860	752,9	12,3	3,84	779,4	13,04	670,1	17,17

Ausgaben.

Koth trocken	Stickstoff	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	840	12,78	12,33
—	—	—	850	12,31	12,28
—	—	—	860	12,44	12,28
Summe 86,6	7,33	8,93	2550	37,53	36,89
im Tag 28,9	2,44	2,98	850	12,51	12,29

Somit bestand ein Verlust
an Trockensubstanz 3,7%,
an Stickstoff 18,7%,
an Kohlehydraten 0,8%,
an Asche 17,3%.

Die absolute Menge des trockenen Kothes wird bei reichlicherer Aufnahme von Speisen grösser, die procentige Ausnützung aber der einzelnen Nahrungsstoffe eine bessere. Der Verlust an Stickstoff war wesentlich geringer als im vorigen Versuche, er betrug in 3 Tagen 5,9 gr. Stickstoff.

Versuch XVI. Spätzelkost.

1.—10. März 1878.

Versuchsperson D.

Im Schwabenlande wird aus Mehl, Wasser, Milch und Eiern, die zu einem steifen Teig, der dann durch ein grosslöcheriges Sieb getrieben wird und kurze Zeit im kochenden Wasser bleibt, angemacht werden, eine Speise bereitet, die man Spätzel nennt. Zu meinem Versuche wurde einfach Milch und Eier weggelassen; die Speise also bestand nur aus Mehl und Wasser. Beim Kochen geht natürlich eine beträchtliche Menge von Teig in das Wasser über; daher wurde die von den Spätzeln abgegossene Flüssigkeit genau gesammelt, abgedampft, der Trockenrückstand analysirt und von den Einnahmen in Abzug gebracht. Die Beziehungen

der Einnahmen und Ausgaben finden sich in der folgenden Tabelle:

Einnahmen.

Trockensubstanz	Stickstoff	Kohlehydrate	Asche
743	—	—	—
743	—	—	—
743	—	—	—
Summe 2229	35,77	1672,5	76,3
im Tag 743	11,92	557,5	25,4

Ausgaben.

Koth trocken	Stickstoff	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	820	14,8	14,7
—	—	—	1230	13,3	13,3
—	—	—	1570	13,9	—
Summe 108,8	6,93	16,1	3620	42,0	—
im Tag 36,3	2,31	5,4	1207	14,0	14,0

Im Koth wurde daher ausgeschieden:

an Trockensubstanz 4,9%,

an Stickstoff 20,5%,

an Kohlehydraten 1,6%,

an Asche 20,9%.

Demnach ergibt sich kein wesentlicher Unterschied von dem Weissbrod. Auch hier ist wieder eine ziemlich grosse Abgabe von Stickstoff zu bemerken, nämlich 13,2 gr. für 3 Tage.

Versuch XVIII. Maccaroninudelkost (a),

19.—21. Juni 1878.

Versuchsperson D.

Die vielfach als Nahrungsmittel, besonders in Italien

gebräuchlichen Maccaroni werden in zwei Formen in den Handel gebracht, als lange Röhren und in Form kleiner Ringe. Aus analytischen Rücksichten habe ich die zweite Form gewählt. Das Fabrikat ist mir durch die Güte des Herrn Karl August Guilleaume, Fabrikanten in Köln, zugekommen. Die Nudeln wurden in Salzwasser gekocht, die Flüssigkeit abgegossen, (und wie oben analysirt) die fertige Speise erhielt noch einen Zusatz von Fett und Kochsalz. Einnahmen und Ausgaben betragen:

Einnahmen.

frische Nudeln	Trocken-substanz	Stickstoff	Fett	Kohle-hydrate	Asche
660	—	—	—	—	—
730	—	—	—	—	—
Summe 1390	1252,6	21,76	144,4	924,8	43,6
im Tag 695	626,3	10,88	72,2	462,4	21,8

Ausgaben.

Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harn-menge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	—	990	14,59	15,09
—	—	—	—	1580	17,40	—
Summe 54,1	3,72	8,3	10,5	2570	31,99	—
im Tag 27,0	1,86	4,2	5,3	1285	15,99	—

Der procentige Verlust ist
an Trockensubstanz 4,3%,
an Stickstoff 17,1%,
an Fett 5,7%,

an Kohlehydraten 1,2%,
an Asche 24,1%.

Die Maccaroninudel schliessen sich am nächsten den Spätzeln an, wie ja auch zu erwarten war. Auch hier wird vom Körper noch Stickstoff abgegeben und zwar 13,9 gr. für 2 Tage.

Versuch XIX. Mit Maccaroninudeln unter Zusatz von Kleber (b),
3.—5. Juli 1878.

Versuchsperson D.

Auch dieses Fabrikat stammt aus der Fabrik des Herrn Karl August Guilleaume in Köln. Mit all den bisher untersuchten Vegetabilien war es nicht möglich, einen kräftigen Körper auf seinem Eiweissbestand zu erhalten. Herr Guilleaume suchte den bei der Stärkebereitung abfallenden stickstoffreichen Kleber zu verwerthen, indem er ihn dem zur Bereitung der Maccaroninudel verwendeten Weizenmehl in gewisser Menge beimischte. Der italienische Weizen enthält mehr Kleber als der deutsche (nach Rossignon hat gewöhnlicher Weizen 13,0 Kleber, sicilianischer 18,5%.) Wegen diesen höheren Klebergehaltes haben die ächten Maccaroni eine bräunliche Farbe, sind rauh, durchsichtig und elastisch. Durch den Kleberzusatz nun zu dem deutschen Weizenmehl können die deutschen Maccaroni den Werth und die Beschaffenheit der italienischen erhalten. Die von Herrn Guilleaume angegebene Zusammensetzung seines Präparates stimmt mit den Resultaten meiner Analysen vollkommen überein. Die getrocknete Substanz enthält 3,9% Stickstoff = 25% Eiweiss, die deutschen Maccaroni nur 2% Stickstoff = 13% Eiweiss. Die ersteren enthalten also noch wesentlich mehr Eiweiss als die italienischen Maccaroni. Die Ausführung des Versuches geschah wie bei Nr. XVIII. Es ergibt sich also für Einnahmen und Ausgaben:

Einnahmen.

	frisch	Trocken-substanz	Stickstoff	Fett	Kohle-hydrate	Asche
	660	—	—	—	—	—
	730	—	—	—	—	—
Summe	1390	1328,1	45,2	146,9	836,0	64,1
im Tag	695	664,0	22,6	73,4	418,0	32,0

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harn-menge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	—	—	1250	16,44	17,71
—	—	—	—	—	1600	19,41	20,42
Summe 437,3	76,2	5,07	10,2	14,2	2850	35,85	38,13
im Tag 218,6	38,1	2,53	5,1	7,1	1425	17,92	19,06

In Procenten ausgedrückt beträgt der Verlust
an Trockensubstanz 5,7%,
an Stickstoff 11,2%,
an Fett 7.0%,
an Kohlehydraten 2,3%,
an Asche 22,2%.

Die zugesetzten Eiweisssubstanzen des Klebers also gelangen zu der gewünschten Aufnahme. Durch die Mehrzugabe von Eiweiss wird zwar etwas mehr im Kothe verloren, doch steigt die procentige Aufnahme. Die Ausnützung der Kohlehydrate ist nur wenig geändert. Es ist besonders wichtig, dass der Stickstoff in der Kost hier hinreicht, den in den Ausscheidungen enthaltenen zu decken, ja es gelangte sogar eine kleine Menge von Eiweiss zum Ansatze. Schon

aus den Versuchen mit Weizenmehl konnte entnommen werden, dass der Kleber im menschlichen Darme zur Aufnahme gelangt. Noch deutlicher thut dies der Versuch XIX dar, bei welchem die Klebermenge 90% der Eiweisssubstanzen ausmacht, während der Verlust an Stickstoff nur 11% beträgt. Es ist freudig zu begrüssen, dass ein für die Ernährung so werthvoller Stoff wie der Kleber nicht unsinnig verschwendet und als Abfall fortgeworfen wird, sondern der Volksernährung dienstbar gemacht.

Versuch XIX. Schwarzbrodkost.

Wenn wir die obigen Versuche mit Weizenmehl zusammenfassen, so sehen wir keine wesentlichen Unterschiede durch die Variation der Zubereitung. Es ist gleichgültig, ob in dem einen Fall das Mehl der Siedetemperatur ausgesetzt wird oder in dem anderen Falle noch einer höheren, wie bei dem Backen einer Substanz. Etwas ist aber bemerkenswerth, dass in den Versuchen, bei welchen das Mehl der Backtemperatur ausgesetzt wurde, der Koth eine consistente Masse darstellte. Es scheint, dass die verschiedene Zubereitung der Speisen in bestimmter Art auf Tradition beruht und eine gewisse Concession an den Geschmack der verschiedenen Völker oder Stämme darstellt.

Es war früher von Gustav Mayer gezeigt worden, dass das Schwarzbrod aus grobem Roggenmehl mit Sauerteig bereitet schlechter im Darme zur Aufnahme gelangt, als das Weissbrod. Ich habe nun der Versuchsperson, mit welcher die obigen Versuche mit Weizenmehl angestellt worden waren, 2 Tage Schwarzbrod gegeben, das frei von Rinde aufgenommen wurde. Das Versuchsergebniss war folgendes:

Einnahmen.

Brod frisch	Brod trocken	Stickstoff	Kohlehydrate	Asche	Kochsalz
1420	—	—	—	—	—
1300	—	—	—	—	—
Summe 2720	1529,4	26,61	1318,6	39,46	17,2
im Tag 1360	764,7	13,30	659,3	10,73	8,6

Ausgaben.

Koth trocken	Stickstoff	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	1134	14,24	15,9
—	—	—	2050	10,90	13,1
Summe 231,6	8,52	20,40	3184	25,14	29,0
im Tag 115,8	4,26	10,20	1592	12,57	14,5

Der Verlust im Kothe betrug demnach
an Trockensubstanz 15,0%,
an Stickstoff 32%,
an Kohlehydraten 10,9%,
an Asche 36,0%.

Es ergibt sich also auch hier ein Resultat, das zwar nicht vollkommen in seinen Zahlen mit dem Mayer'schen übereinstimmt, aber doch wiederum die grosse Differenz zwischen Weissbrod und Schwarzbrod zeigt; eine bessere Uebereinstimmung ist desshalb nicht zu erwarten, weil das von mir gefütterte Schwarzbrod nicht das in der Stadt übliche war, sondern vom Lande bezogen wurde, also mehr die Eigenschaften des Pumpernickels an sich trägt. Die Kothentleerungen sind bei Schwarzbrod sehr dünnflüssig, der Koth ausserordentlich reich an freien Säuren.

Versuch XX. Wirsingkost.

28. Februar bis 2. März 1878.

Versuchsperson F.

Zwei Versuche wurden von Herrn Dr. Breuer im physiologischen Laboratorium ausgeführt mit frischen Gemüsen und mir gütigst zur Veröffentlichung überlassen. Der Wirsing wurde frisch mit Schmalz und Kochsalz eine halbe Stunde im zugedeckten Tiegel gekocht. Die Speise, die an und für sich wohlschmeckend ist, konnte trotzdem nur durch die ausgesprochene Vorliebe der Versuchsperson für Vegetabilien und durch grosse Ausdauer überwunden werden. Dabei wurden aufgenommen und abgegeben:

Einnahmen.

Wirsing frisch	Wirsing trocken	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Asche	Schmalz	Kochsalz	alle Einnahmen trocken	Stickstoff	Fett	Asche
3824	—	—	—	—	—	76,5	21,7	—	—	—	—
3834	—	—	—	—	—	60,0	21,7	—	—	—	—
3834	—	—	—	—	—	60,0	21,7	—	—	—	—
Summe 11492	1218,1	39,5	67,0	742,2	154,7	186,5	65,1	1479,7	39,5	263,5	219,8
im Tag 3831	406.0	13,2	22,3	247,4	51,6	65,5	21,7	493,2	13,2	87,8	73,3

Ausgaben.

	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche [1])	Harnmenge	Stickstoff im Harn
	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—
Summe	220,2	7,3	24,6	42,5	7025	52,9
im Tag	73,4	2,4	8,2	14,2	2342	17,6

Danach betrug der procentige Verlust im Koth:

an Trockensubstanz 14,9%,

an Stickstoff 18,5%,

an Fett 6,1%,

an Kohlehydraten 15,4%,

an Asche 19,3%.

Zur Verhinderung der Stickstoffabgabe reichte die zugeführte Stickstoffmenge nicht hin, da im Tag noch 6,9 gr. Stickstoff abgegeben wurden.

Versuch XXI. Gelbe Rübenkost.

14.—16. März 1878.

Versuchsperson F.

Die Rüben wurden wie der Wirsing zubereitet. Der Versuch konnte nur 2 Tage fortgesetzt werden, da die Versuchsperson unüberwindlichen Eckel bekam.

Einnahmen und Ausgaben waren folgende:

Einnahmen.

	Rüben frisch	Rüben trocken	Stickstoff	Asche	Fett	Kohlehydrate	Schmalz	Kochsalz	alle Einnahmen trocken	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Asche
	3000	—	—	—	—	—	49,5	20,7	—	—	—	—	—
	2133	—	—	—	—	—	34,3	15,6	—	—	—	—	—
Summe	5133	703,3	12,94	46,2	10,8	552,9	83,8	36,3	823,3	12,94	94,6	562,9	82,5
im Tag	2566	351,6	6,47	23,1	5,4	281,9	41,9	18,1	411,6	6,47	47,3	281,9	41,2

Ausgaben.

	Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn
	—	—	—	—	—	1360	14,24
	—	—	—	—	—	1450	10,77
Summe	2185,3	170,3	5,05	6,1	27,9	2810	25,01
im Tag	1092,6	85,1	2,52	3,1	14,0	1405	12,50

Aus dieser Tabelle berechnet sich ein Verlust:
an Trockensubstanz 20,7%,
an Stickstoff 39,0%,
an Fett 6,4%,
an Kohlehydraten 18,2%,
an Asche 33,8%.

Schon 5—6 Stunden nach der Einnahme der ersten Mahlzeit erscheint der dazu gehörige Koth. Bei beiden Versuchen mit den Gemüsen ist wie bei den übrigen Vegetabilien ein hoher Stickstoffverlust vorhanden, abweichend von den übrigen Fällen aber ein hoher Verlust von Kohlehydraten. Es war natürlich auch hier nicht möglich, den Bedarf des Körpers an Stickstoff zu decken.

Versuch XXII. Ueber die Grösse der Fettresorption (a) mit 100 gr. Speck täglich.
8. — 10. Juni 1877.

Versuchsperson D.

Ueber die Menge des in dem menschlichen Darm resorbirbaren Fettes besitzen wir nur spärliche Kenntnisse. Wenn es nun auch direkt im Sinne des Versuches läge, Fett allein aufzunehmen, so ist dieses doch unmöglich. Ich habe mich also dazu bequemen müssen, das Fett mit anderen Nahrungsmitteln zu geben. Ich werde dann an der Hand der Versuche den Nachweis liefern, dass die Zahlen für das Fett volle Gültigkeit haben und dessen Ausnützbarkeit in keiner Weise durch die beigegebenen Nahrungsmittel geändert wird. Es wurde für die Versuche eine Kost aus 500 gr. Fleisch (gebraten), 450 gr. Brod und wechselnden Mengen von Fett zusammengestellt. Mit 100 gr. Speck erhielt ich das folgende Resultat:

Einnahmen.

Fleisch frisch	Fleisch trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Brod frisch	Brod trocken	Stickstoff	Asche	Speck	Kochsalz	alle Einnahmen				
											trocken	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Asche
615	—	—	—	—	450	—	—	—	95,6	5,5	—	—	—	—	—
614	—	—	—	—	450	—	—	—	95,6	6,0	—	—	—	—	—
1229	271,9	36,7	3,8	16,0	900	606,7	10,6	19,5	191,2	11,5	1090	47,3	198,0	519,2	47,0
614	135,9	18,3	1,9	8,0	450	303,3	5,3	9,8	95,6	5,7	545	23,6	99,0	259,6	23,5

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stick stoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	—	—	1290	24,3	26,8
—	—	—	—	—	1030	22,7	23,3
598,3	93,1	5,73	34,5	13,4	2320	47,0	50,1
298,1	46,5	2,86	17,2	6,7	1160	23,5	25,0

Im Koth fanden sich also:
an Trockensubstanz 8,5%,
an Stickstoff 12,1%,
an Fett 17,4%,
an Kohlehydraten 1,6%,
an Asche 28,5%.

Versuch XXIII. Ueber die Grösse der Fettresorption (b) mit 200 gr. Speck täglich.
22.—24. Juni 1877.
Versuchsperson D.

Als die tägliche Ration Speck auf 200 gr. gesteigert wurde, ergab sich folgendes Resultat;

Einnahmen.

Fleisch frisch	Fleisch trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Brod frisch	Brod trocken	Stickstoff	Asche	Speck	Kochsalz	alle Einnahmen				
											trocken	Stick-stoff	Fett	Kohle-hydrate	Asche
600	—	—	—	—	450	—	—	—	191,2	7,0	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	450	—	—	—	191,2	4,8	—	—	—	—	—
1200	277,6	37,48	7,0	15,6	900	532,1	9,58	17,6	382,4	11,8	1221,5	47.06	389,4	452,8	45,0
600	138,8	18,74	3,5	7,8	450	266,0	4,79	8,8	191,2	5,9	610,7	23,53	194,7	226,4	22,5

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harn-menge	Stickstoff im Harn
—	—	—	—	—	1000	20,94
—	—	—	—	—	1150	15,75
750,1	112,1	6,61	30,34	11,3	2150	36,69
375,0	56,0	3,30	15,17	5,7	1075	13,34

Der procentige Verlust betrug:

an Trockensubstanz 9,2%,

an Stickstoff 14%,

an Fett 7,8%,

an Kohlehydraten 6,2%,

an Asche 25,1%.

Während in dem vorigen Versuche noch Stickstoff vom Körper abgegeben wurde, gelangten jetzt in 2 Tagen 3,7 gr. zum Ansatz.

Versuch XXIV. Ueber die Grösse der Fettresorption (c) mit 240 gr. Butter täglich.

19.—21. Juli 1877.

Versuchsperson D.

An den Versuchsbedingungen wurde nur geändert, dass an Stelle von Speck eine nahezu gleich grosse Menge Butter trat. Dabei ergab sich:

Einnahmen.

Fleisch frisch	Fleisch trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Brod frisch	Brod trocken	Stickstoff	Asche	Butter frisch	Butter trocken	Kochsalz	alle Einnahmen				
												trocken	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Asche
600	—	—	—	—	450	—	—	—	220	—	4	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	450	—	—	—	220	—	16	—	—	—	—	—
1200	277,0	37,39	8,2	15,6	900	513,8	8,58	15,5	480	419,9	20	1231	45,97	428,1	443,1	51,0
600	138,5	18,69	4,1	7,8	450	256,9	4,29	7,7	240	209,9	10	615	22,98	214,0	221,5	25,5

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	—	—	940	17,2	19,5
—	—	—	—	—	1070	15,3	19,3
322,0	82,7	5,20	11,6	10,2	2010	32,5	38,8
161,0	41,3	2,20	5,8	5,1	1005	16,2	19,4

Zu Verlust gingen:
an Trockensubstanz 6,7%,
an Stickstoff 11,3%,
an Fett 2,7%,
an Kohlehydraten 6,2%,
an Asche 20,0%.

Versuch XXV. Maximale Fettfütterung (d).
24.—26. Juli 1877.

Versuchsperson D.

Es war nicht möglich, von einer Fettsorte allein recht grosse Mengen dem Menschen beizubringen, dagegen gelang es, als Speck und Butter in Abwechslung gegeben wurden.

Einnahmen.

Fleisch frisch	Fleisch trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Brod frisch	Brod trocken	Stickstoff	Asche	Speck	Butter frisch	Butter trocken	Kochsalz	alle Einnahmen				
													trocken	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Asche
600	—	—	—	—	450	—	—	—	52,6	232	—	15,2	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	450	—	—	—	239,0	245	—	7,2	—	—	—	—	—
1200	293,0	39,55	7,5	15,6	900	532,1	7,20	17,0	291,6	467	409,3	22,4	1562	46,75	701,0	468,7	54,9
600	146,5	19,77	3,7	7,8	450	266,0	3,60	8,5	145,8	233	204,6	11,2	781	23,37	350,5	234,3	27,4

Ausgaben.

Koth frisch	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
—	—	—	—	—	860	15,4	19,3
—	—	—	—	—	840	15,6	17,4
599,6	164,0	164,0	89,2	15,2	1700	31,0	36,7
298,8	82,0	82,0	44,6	7,6	850	15,5	18,3

Ich erhielt folgenden procentigen Verlust durch den Koth:

an Trockensubstanz 10,5%,

an Stickstoff 9,2%,

an Fett 12,7%,

an Kohlehydraten 6,8%,

an Asche 27,7%.

Zur besseren Uebersicht der Resultate gebe ich folgende Tabelle:

Nr. des Versuches	Koth frisch im Tag	Koth trocken im Tag	Koth fettfrei im Tag	procentiger Verlust im Koth an					
				Trockensubstanz	Stickstoff	Fett	Kohlehydraten	Asche	an Asche nach Abzug des ClNa in der Kost
a	545,0	46,5	29,3	8,5	12,1	17,4	1,6	28,5	39,3
b	610,7	56,0	40,8	9,2	14,0	7,8	6,2	25,1	35,0
c	615,3	41,3	35,5	6,7	11,3	2,7	6,2	20,3	33,8
d	785,9	82,0	32,4	10,5	9,2	12,7	6,8	27,7	46,6

Es lassen sich also in Beziehung der Fettresorption folgende Schlussfolgerungen ziehen: Die im Koth gefundenen

Fettmengen sind nicht ein Ausdruck dafür, dass der Körper nicht mehr Fett aufnehmen könne. Wenn bei 100 gr. Speck 82 gr. resorbirt werden, so werden von 200 gr. Speck nicht etwa auch nur 82 resorbirt, sondern es kamen nur 30 gr. im Kothe wieder. Die grösste Menge, welche zur Aufnahme gebracht werden konnte, waren 306 gr. im Tage. Es ist natürlich durch den vorliegenden Versuch nicht gefunden, welches die oberste Grenze für die Fettaufnahme bildet, es liesse sich dies jedoch leicht durch einen neuen Versuch feststellen. Der Vergleich der Versuche b und c scheint den Schluss zuzulassen, dass die Art des Fettes wesentlich auf die Resorption mit einwirkt, Butter wird leichter aufgenommen als Speck. Die verschiedenen Mengen von Fett, welche in den Versuchen gegeben worden sind, haben kaum einen Einfluss auf die Resorption des Eiweisses, eher könnte man sagen, dass die Aufnahme des Eiweisses etwas günstiger wird. Dagegen fällt die Ausnützung der Kohlehydrate, welche bei dem ersten Versuch eine sehr gute war, bei Fütterung grösserer Fettmengen rasch ab, ohne dass sich dann bei weiterer Steigerung der Fettzufuhr eine Aenderung ergäbe. Die Ausnützung der Asche kann natürlich erst nach Abzug des täglich in wechselnder Menge genossenen Kochsalzes beurtheilt werden. Man sieht in der betreffenden Columne der Tabelle ein Gleichbleiben oder vielmehr eine etwas bessere Ausnützung bei steigenden Fettmengen, dagegen geht mit einem grossen Verlust von Fett auch ein grosser Verlust von Asche Hand in Hand. Da die Ausnützung des Fleisches und die des Brodes bekannt ist, so kann man in den vorliegenden Fällen erkennen, wie sich zwei Nahrungsmittel bei ihrer Combination zu einer Kost im Darmcanale verhalten. Berechnet man den Verlust an Trockensubstanz, welchen 450 gr. Brod im Darme leiden, so erhält man 26,8 gr. trockenen Koth mit 1,41 gr. Stickstoff; nimmt man ferner den trockenen Koth, den 600 gr. Fleisch liefern, zu

6,3 gr. mit 0,42 gr. Stickstoff an, so würden also bei obigen Rationen 33,1 gr. trockener Koth mit 1,83 gr. Stickstoff entleert werden. Diese Zahl der Trockensubstanz stimmt in der That mit dem wirklich entleerten Koth, nach Abzug des Fettes desselben, nahezu überein. Dagegen findet sich in demselben ein nicht unbeträchtlicher Ueberschuss an Stickstoff, der höchst wahrscheinlich vom Fleische herrührt.

Nachdem ich nun in Kürze über das vorliegende Versuchsmaterial berichtet, gehe ich zur Betrachtung desselben und zur Vergleichung der Nahrungsmittel untereinander über. Vorbedingung hiezu ist, dass die Schwankungen, welche durch die Individualität in die Ausnützung eingeführt werden, gegenüber den Einflüssen der Kost nichtswiegend sind. In der That, wenn wir die zahlreichen Versuche mit Milch überblicken, ist es auffallend, wie gering die Unterschiede in den einzelnen Versuchen, die doch an verschiedenen Individuen angestellt sind, sich zeigen. Es ist noch zu erwägen, dass die Versuchspersonen den verschiedensten Berufsklassen angehörten. Man kann also mit genügender Sicherheit schliessen, dass die Individualität unter den gegebenen Verhältnissen keinen Einfluss übt. Zur Uebersicht über die Wirkung der Kost stelle ich in folgender Tabelle die erhaltenen Hauptzahlen auf einen Tag gerechnet zusammen.

Speise	Trockensubstanz in der Speise	Koth frisch	Koth trocken	%Verlust an Trockensubstanz durch den Koth
Weissbrod (b) .	779	109	28,9	3,7
Reis	660	195	27,2	4,1
Maccaroni (a) .	626	98	27,0	4,3
Fleisch (a) . . .	367	64	17,2	4,7
Spätzel	743	—	36,3	4,9

Speise	Trocken-substanz in der Speise	Koth frisch	Koth trocken	%Verlust an Trocken-substanz durch den Koth
Eier	247	64	13,0	5,2
Weissbrod (a) .	454	95	23,5	5,2
Gemischt (nach Pettenkofer u. Voit)	615	131	34,0	5,5
Fleisch (b) . . .	307	53	17,2	5,6
Maccaroni (b). .	664	219	38,1	5,7
Milch mit Käse (e)	420	98	25,3	6,0
Mais	738	198	49,3	6,7
Fettversuch (c).	615	161	41,3	6,7
Milch mit Käse (f)	400	88	27,4	6,8
Milch (a)	315	96	24,8	7,8
Milch (b)	265	—	22,3	8,4
Fettversuch (a).	545	299	46,5	8,5
Fettversuch (b).	611	375	56,0	9,2
Kartoffel	819	635	93,8	9,4
Milch (d)	530	241	50,0	9,4
Fettversuch (d).	786	300	82,0	9,4
Milch (c)	397	174	40,6	10,2
Milch mit Käse (g)	605	274	66,8	11,3
Wirsing	494	1670	73,8	14,9
Schwarzbrod . .	773	815	115.8	15,0
Gelbe Rüben . .	412	1092	85,0	20,7

Der Verlust für gleiche Gewichtsmengen zugeführter Nahrungsstoffe ist sehr schwankend; so geht von Weizenbrod 4%, von den gelben Rüben, die das Ende der Reihe bilden, bis 21% verloren. Es bestehen also Unterschiede bis über 500%. Die verschiedenen, dem Pflanzenreiche und dem Thierreiche entlehnten Nahrungsmittel betheiligen sich in wechselvoller Reihe. Man kann aus den vorliegenden Zahlen nicht sagen, dass das eine oder das andere einen Vorzug geniesse. Zwar wird bei der vegetabilischen Kost im Allgemeinen mehr Koth gebildet, der ausserdem fast immer sehr reich an Wasser ist; aber jene Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreiche, welche von ganzen Völkerschaften

beinahe ausschliesslich gegessen werden, wie z. B. der Reis, zeigen sich ganz vorzüglich geeigenschaftet, dem Menschen eine Nutzniessung dessen zu geben, was sie enthalten. Welch' eigenthümliche, durchgehende Unterschiede zwischen Animalien und Vegetabilien bestehen, werden wir später kennen lernen.

Die Kenntniss der Ausnützung der Trockensubstanz lässt uns schon einen kleinen Lichtblick thun in den Nährwerth der Nahrungsmittel. Allein unser höchstes Interesse wird doch gefesselt durch die Betrachtung der Ausnützungsverhältnisse der einzelnen Nahrungsstoffe. Es löst sich die Frage über den Nährwerth eines Nahrungsmittels in ebenso viele als es Nahrungsstoffe enthält. Die einzelnen Nahrungsstoffe in dem Nahrungsmittel folgen den verschiedensten Resorptionsverhältnissen, wir können immer nur sagen, das Eiweiss verhalte sich bei diesem Nahrungsmittel so, die Kohlehydrate wieder auf eine bestimmte Art, das Fett in dieser Weise. Es ist schon von Voit nachgewiesen worden, dass beim Hunde die Zusammensetzung des Kothes eine vom Nahrungsmittel ganz abweichende ist. Dass diese Thatsache auch beim Menschen besteht, darüber kann man sich an den zahlreichen darüber vorliegenden Versuchen genügend instruiren.

Was zunächst die Ausnützung der Asche betrifft, so sagt eine Vergleichung der Einnahmen und Abgaben der Trockenmengen wenig. Sie ist nur von Interesse, wenn die Art der Zufuhr genau bekannt und ebenso die Abgabe. Dies bei so zahlreichen Versuchen auszuführen, war natürlich nicht möglich; aber auch bei bekannter Zufuhr ist nur für diejenigen Aschebestandtheile die Aufnehmbarkeit festzustellen, welche mit dem Harn weggehen. Wie wir schon bei den Milchversuchen besprochen haben, bildet der Darm auch ein Ausscheidungsorgan für bestimmte Aschebestandtheile, z. B. für den grössten Theil von Kalk und Eisen. Für

letztere liesse sich nur unter ganz besonderen günstigen Umständen die Ausnützung bestimmen. Ich unterlasse es also, näher auf diese Verhältnisse einzugehen.

Ueber die Grösse und Art der Fettresorption sind unsere Kenntnisse bislang sehr dürftig gewesen. Ich kenne nur eine Mittheilung von Berthé hierüber, die aber so ausserordentlich dürftig ist, dass eine nähere Einsicht in die Resultate unmöglich ist. Er bestimmte bei einem Manne bei gleicher Diät die Zeit, welche dazu gehört, um eine völlige Sättigung, wie er sich ausdrückt, mit dem Fett zu erreichen, d. h. die Zeit, in der das verzehrte Fett nahezu vollständig im Kothe wieder abgeht. Ich glaube nicht, dass irgend welche andere Beobachtungen existiren, welche ein derartiges Verhalten auch nur im Geringsten als wahrscheinlich erscheinen lassen.

Kost	Fett in der Kost	Fett im Koth	% Verlust
Fettversuch (a) Speck . .	96,0	17,2	17,4
Fettversuch (b) Speck . .	191,2	15,2	7,8
Fettversuch (d) Speck und Butter	350,5	44,6	12,7
Reis mit Knochenmark . .	74,1	5,3	7,1
Eier	118,5	5,2	4,4
Fettversuch (c) Butter . .	214,3	5,8	2,7
Kartoffel und Butter . .	143,8	5,3	3,7
N-freie Kost und Butter .	157,8	2,5	1,8
Wirsing und Butter . . .	88,0	8,2	6,1
Maccaroni mit Kleber . .	73,4	5,1	6,96
Maccaroni mit Butter . .	72,2	4,2	5,7
Gelbe Rüben mit Butter .	47,0	2,5	6,4
Mais mit Butter	43,6	8,0	17,5
Milch	160,0	7,4	4,6
Milch	119,9	6,7	5,6
Milch	95,1	3,0	3,3
Milch	79,9	5,7	7,1
Milch und Käse	213,5	25,4	11,9
Milch und Käse	138,6	3,8	2,7
Milch und Käse	133,6	10,4	7,7
Fleisch (a) Butter	23,4	4,0	17,0
Fleisch (b) Butter	20,7	4,4	21,1

Ueberblickt man die obige Tabelle, welche meinen Versuchen entlehnt ist, so überblickt man zweifellos gewisse Regelmässigkeiten. Am häufigsten werden 2,5 bis an 7 gr. Fett pro Tag im Kothe entleert. Bedeutendere Fettmengen finden sich bei Verabreichung von Speck. Es liegt äusserst nahe, dass Fett im Specke als schwerer aufnehmbar zu betrachten als z. B. das Butterfett, und es ist dies ja auch bereits durch einen vorliegenden Versuch nachgewiesen. Die Erklärung für dieses Verhältniss scheint nicht schwer. Ueberzeugt man sich doch sehr leicht, dass im Kothe nach Speckfutterung vielfach Bindegewebe sich befindet. Es wird also wohl dieses das Hinderniss sein für die bessere Aufnahme des Fettes im Specke.

Nur einmal kehrt noch eine grosse Fettentleerung wieder, es ist dies in dem Versuche, in welchem grosse Mengen von Milch und Käse gegeben wurden. Wir haben schon oben darauf hingewiesen, dass die Grenze guter Ausnützungsfähigkeit hiebei überschritten wurde. Unter den Versuchen, bei welchen Butter gegeben wurde, finden sich noch zwei Zahlen, welche abweichend von den übrigen sind. Es ist dies bei Wirsing und bei Mais. Diese etwas grösseren Fettmengen sind wohl darauf zurückzuführen, dass in dem Wirsing und Mais selbst nicht unbeträchtliche Mengen von Aetherextrakt enthalten sind, welche von den Fetten nicht unwesentlich abweichende Substanzen enthalten. Weiters kann man sagen, dass Knochenmark sich ebenso verhalte, wie das Butterfett, dass ferner das Fett aus der Milch und aus dem Käse nicht anders aufgenommen wird als die getrennte Butter und es ist von grossem Interese, dass das Dotterfett der Eier, das neben Neutralfetten noch Lecithin enthält, sich wie gewöhnliches Fett verhält. Auch das Olivenöl scheint sich nicht anders zu verhalten wie die Butter. Bei dem Kartoffelversuche machte es den fünften Theil der Gesammtmenge des gereichten Fettes aus, ohne

dass irgend welche Aenderung in der Ausnützung des Fettes sich gezeigt hätte.

Ich habe bisher mehr Rücksicht genommen in der Betrachtung auf die absoluten Zahlen des täglich ausgeschiedenen Fettes, und wenn damit auch die procentigen im Einklange sind, so muss ich doch noch kurz auf die Butterausnützung bei Fleischkost zurückkommen. Es zeigt sich hier auffallender Weise ein grosser procentiger Verlust. Man muss nun in allen Fällen in Rechnung ziehen, dass unter allen Umständen sich Aetherextrakt aus dem Koth gewinnen lässt. Es ist dies sogar beim Hungerzustande der Fall. Es ist klar, dass diese Menge bei wenig Fett in der Kost ein relatives Uebergewicht gewinnen wird und die Ausnützung schlechter erscheinen lässt. In dieser Weise ist die eben citirte schlechte Ausnützung der Butter bei Fleischkost zu erklären. Wie gross die Menge Aetherextrakt ist, welche beim Menschen bei thätigem Darm gebildet wird, liesse sich durch einen Versuch mit fettfreier Kost entscheiden. Ich habe in einigen Fällen fast völlig fettfreie Kost gegeben und 3,1 bis 6,5 Aetherextrakt pro Tag im Kothe gefunden. Also noch ziemlich hohe Zahlen, worauf vielleicht die kleinen Fettmengen des Nahrungsmittels oder vielleicht auch gebildete Fettsäuren von Einfluss waren. Unter anderen Umständen habe ich nämlich etwas weniger Aetherextrakt, bei Fettfütterung sogar gefunden, so z. B. bei gelben Rüben und bei stickstofffreier Kost (2—5 gr.). Ich habe schon oben hervorgehoben, dass das Fett Wirkungen auf andere Nahrungsstoffe ausübt, so scheint dasselbe die Resorption der Kohlehydrate einschränken zu können, auf die Resorption des Stickstoffes aber keinen Einfluss zu üben. Umgekehrt üben die Kohlehydrate, auch wenn sie noch so schlecht ausgenützt werden und einen ausserordentlich raschen Durchgang der Speisen durch den Darm veranlassen, keinen Einfluss auf die Fett-

resorption. Ich erinnere hier an die Kartoffel und an die gelben Rüben.

Durch die Verhältnisse ungenügender Fleischproduktion sind wir gezwungen, den grössten Theil unserer Nahrungsstoffe aus dem Pflanzenreiche zu entnehmen. Wir führen in den Kohlehydraten wohl die Hauptmenge des Kohlenstoffes zu, dessen wir bedürfen, dadurch gewinnt also die Betrachtung der Ausnützung der Kohlehydrate eine erhöhte Bedeutung.

Kost	Kohlehydrate in der Kost	Kohlehydrate im Koth	Prozent Verlust
Weissbrod (b)	670	5	0,8
Reis	493	4	0,9
Maccaroni	462	6	1,2
Weissbrod (a)	391	6	1,4
Spätzel	558	9	1,6
Fettversuch (a)	259	4	1,6
N-freie Kost	674	11	1,7
Maccaroni mit Kleber	418	10	2,3
Mais	563	18	3,2
Fettversuch (b)	226	14	6,2
Fettversuch (c)	221	14	6,2
Fettversuch (d)	234	16	6,8
Kartoffel	718	55	7,6
Schwarzbrod	659	72	10,9
Wirsing	247	38	15,4
Gelbe Rüben	282	50	18,2

Es ist in der That wunderbar, welch' bedeutende Menge von Kohlehydraten (grösstentheils in der Form von Stärkemehl) der menschliche Darm zu verwerthen im Stande ist. Ausserdem ist auch noch der procentige Verlust ein auffallend geringer; allerdings muss man zur richtigen Vergleichung von Fett und Kohlehydraten ihre Aequivalentbeziehungen ins Auge fassen. Berücksichtigt man diese, so findet man, dass 360 gr. Fett 12% im Kothe verlieren, 630 gr. Kohlehydrate aber nur 1%. Es ist aber keineswegs gleichgültig, aus welchen Nahrungsmitteln heraus wir unsern Bedarf an

Kohlehydraten schöpfen wollen; ungünstig sind z. B. die Kartoffel, das Schwarzbrod, die gelben Rüben und der Wirsing. Am Günstigsten Reis, Weissbrod, Spätzeln und Maccaroni. Die Ursache verschiedener Ausnützung der Kohlehydrate kann eine verschiedene sein; es kann z. B. ein grösserer Theil der Kohlehydrate aus Cellulose bestehen (Gemüse) oder die Stärke wenigstens in Cellulosehüllen eingeschlossen sein, oder aber durch bestimmte Verhältnisse eine saure Gährung mehr oder minder rasch im Darme eintreten (Schwarzbrod). Trotz der guten Ausnützung der Kohlehydrate wird es in den meisten Fällen wohl nicht gerathen sein, das Fett ganz und gar durch sie zu verdrängen. Fast in allen Fällen wird das Volumen der Kost durch sie ausserordentlich vermehrt, da wir sie nicht wasserfrei aufnehmen können, sondern meist sehr viel Wasser hinzufüllen müssen. Diese Volumenvermehrung fällt um so schwerer ins Gewicht, als erst 175 gr. Stärke 100 gr. Fett zu ersparen im Stande sind. Um eine Vorstellung davon zu geben, setze ich aus meinen Versuchen das Gewicht der im Tage verzehrten, gekochten Speisen ohne Getränke hieher.

Fleisch	738—884
Eier	948
Milch	1025—4100
Weissbrod	1237
Schwarzbrod	1360
Spätzel	2051
Maccaroni	2319
Mais	2352
Maccaroni mit Kleber	2505
Gelbe Rüben	2785
Kartoffel	3077
Wirsing	4248

Es ist ferner noch zu beherzigen, dass die Kohlehydrate nicht ohne Einfluss auf die Resorption der Eiweissstoffe sind;

eine schlechte Ausnützung der Kohlehydrate bringt mit sich vermehrten Verlust an Eiweiss, was um so schwerer wiegt, als man gerade da, wo man viel Kohlehydrate gibt, möglichst sparsam mit dem Eiweiss zu verfahren gezwungen ist. Die grösste Menge der resorbirten Kohlehydrate beträgt 665 gr. pro 24 Stunden.

Endlich ist noch die Ausnützung des Stickstoffes übersichtlich zu behandeln.

Kost	N in der Kost	N im Koth	% Verlust im Koth
Fleisch (b)	48,8	1,2	2,5
Fleisch (a)	40,0	1,1	2,7
Eier	22,8	0,6	2,6
Milch und Käse	23,4	0,7	2,9
Milch und Käse	24,1	0,9	3,7
Milch und Käse	38,9	1,9	4,9
Milch	12,9	0,9	7,0
Milch	15,4	1,0	6,5
Milch	19,4	1,5	7,7
Milch	25,3	3,1	12,0
Leguminose[1])	—	—	10,5
Maccarvni mit Kleber	22,7	2,5	11,2
Maccaroni	11,2	1,9	17,1
Wirsing	13,2	2,4	18,3
Weissbrod (b)	13,0	2,4	18,7
Mais	14,7	2,3	19,2
Spätzel	12,0	2,3	20,5
Reis	8,4	2,1	25,1
Weissbrod (a)	7,7	1,9	25,7
Schwarzbrod	13,4	4,3	32,0
Kartoffel	11,4	3,7	32,2
Gelbe Rüben	6,5	2,5	39,0

[1]) Nach Strümpell; s. o.

Es ist vor allem auffallend die strenge Grenze, welche zwischen vegetabilischer und animalischer Kost besteht. Bei vegetabilischer Kost, die doch durchgehend verglichen mit animalischer arm an Stickstoff ist, findet sich doch absolut mehr Stickstoff im Kothe. (Ich habe hier natürlich von dem einzigen Falle abstrahirt, in welchem eine Versuchsperson die grosse Menge von 4 Liter Milch im Tage aufnahm).

Der Stickstoffverlust kann bei letzterer bis 4 gr. pro Tag betragen. Auch aus den Versuchen von Mayer[1]) mit Brod, aus den Untersuchungen der Kost des Zellengefängnisses zu München durch Dr. Schuster[2]) und des Gefängnisses in Waldheim (Sachsen) durch Professor Hofmann ergeben sich ähnlich grosse Stickstoffverluste. Fast alle diese untersuchten Kosten zeigen im Allgemeinen eine schlechte Ausnützung aller Nahrungsstoffe. Es ist aber wichtig darauf hinzuweisen, dass diese grossen Stickstoffverluste auch bei Nahrungsmitteln vorhanden sind, die z. B. eine ganz vorzügliche Verwerthung des Fettes und der Kohlehydrate zeigen. Unterschiede in der Ausnützung des Eiweisses bestehen auch bei den Vegetabilien Mais, Maccaroni, Spätzel, Weissbrod. Die Leguminosen verhalten sich günstiger als Reis, Schwarzbrod, Wirsing, gelbe Rüben oder Kartoffel. Berücksichtigen wir, um die Wirkung der Ausnützung zu zeigen, bei ein paar Fällen die oben gewonnenen Resultate. Wenn ein Irländer nach Payen[3]) täglich 6348 gr. Kartoffel mit 500 gr. Milch geniesst, so stehen ihm zur Verfügung 22.1 gr. Stickstoff. Zur Aufnahme in die Säfte gelangen aber nur 15 gr.

Ein Arbeiter in der Lombardei verzehrt 1300 gr. trockenen Mais mit 22,5 gr. Stickstoff. Er resorbirt aber

---

[1]) Med. Zeitschr. 1871 Nr. 7. S. 23.

[2]) Untersuchung der Kost in einigen öffentl. Anst. v. Prof. Voit S.

[3]) Muspratter, techn. Chemie, IV., S. 15a8.

nur 18,2 gr. Der Lombarde ist also besser daran bei gleicher Zufuhr als der Irländer.

Ein chinesiseher Arbeiter [1]) erhält täglich 1272 gr. trockenen Reis mit 19,6 gr. Stickstoff, wovon seinem Körper aber nur 14,7 gr. zu Gute kommen. Man ersieht daraus zur Genüge, dass mit Vegetabilien allein, wenn wir von den Leguminosen absehen, wohl kaum ein kräftiger Körper gebildet und erhalten werden kann. Ein Bild von dem Zustand, in den man bei dieser unzweckmässigen Kost geräth, gibt Dr. Wernichs in seinen geographisch-medicinischen Studien. Er sagt von den Japanesen folgendes: „Sie zeigen eine physische Schwäche, die sich schon in ihrem dürftigen Wuchse, dem geringen Brustumfang und der spärlichen Entwicklung der Muskulatur zeigt. Als Kost nehmen sie Reis auf, in Wasser gequollen, nur von Zeit zu Zeit mit einem Bissen Fleisch und in Salz präservirtem Gemüse. Die Menge des Reises beträgt für je eine der drei Mahlzeiten 470 gr., sie leiden daher an habitueller Magenerweiterung und häufiger Verdauungsstörung."

Es kann sich aber wohl auch ein kräftiger Mann mit Vegetabilien auf seinem Eiweissbestand erhalten, wie dies bei den Klebermaccaroni der Fall war. Aehnlich scheinen sich wohl auch die Leguminosen zu verhalten.

Wenn die Animalien auch nach der absoluten Zahl des im Koth entleerten Stickstoffs und nach dem procentigen Verluste sich ausserordentlich von den Vegetabilien scheiden, so bestehen doch auch unter ihnen selbst deutliche Unterschiede. So gelangt der Stickstoff der Milch viel weniger gut zur Ausnützung als der der übrigen.

Von letzteren kann man nahezu sagen, sie gelangen völlig zur Resorption; wie bei dem Fette und wie bei der Asche müssen wir auch bei dem Stickstoff berücksichtigen,

---

[1]) Unters. d. Kost in einigen öffentl. Anst. von Prof. Voit. S. 16.

dass unter allen Umständen, so z. B. bei Hunger eine Stickstoffausscheidung im Darme vor sich geht, die als Speiserest nicht betrachtet werden kann, sondern theils Epithelien, Schleim und gewissen Resten der Verdauungssäfte den Ursprung verdankt. Wie gross diese Stickstoffausscheidung beim Menschen zu schätzen ist, ist nicht bekannt. Bei Fleischkost muss sie sicher weniger als 1 gr. pro Tag betragen haben, denn es waren noch reichlich Muskelfasern im Kothe nachzuweisen. Bei Eiern war sie wiederum weniger als 0,6 gr. pro Tag; eine ungefähre Vorstellung aber könnte man sich durch einen Versuch mit stickstofffreier Kost schaffen. Ich habe einen solchen angestellt.

Einnahmen.

	Kuchen	Kuchen trocken	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Asche
	839	—	—	—	—	—
	802	—	—	—	—	—
Summe	1641	1518,0	2,73	315,7	1171,0	4,9
im Tag	821	758,0	1,36	157,8	585,0	2,4

Ausgaben

	Koth trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Harnmenge	Stickstoff im Harn	Stickstoff aus Harnstoff
	—	—	—	—	550	11,9	11,0
	—	—	—	—	460	6,3	7,0
Summe	49,6	2.78	5,7	3,4	1010	18,2	18,0
im Tag	24,8	1,39	2,9	1,7	505	9,1	9,0

Da derselbe bereits in den vorliegenden Tabellen aufgeführt ist, so seien auch die Verluste mitgetheilt. Sie betrugen

an Trockensubstanz 3,3%,
an Fett 1,8%,
an Kohlehydraten 1,9%.

Da sich in der Zufuhr noch 1,36 gr. Stickstoff fanden, in der Abfuhr aber 1,39 gr., so lässt sich kein sicheres Resultat ziehen. Wir wissen nur, dass selbst bei grosser Zufuhr von Substanzen die Stickstoffmenge, die von Verdauungssäfteresten herrühren, kleiner sein müssen als 1,3 gr. Ein ähnlicher Versuch von Parkes[1]) zu anderem Zwecke angestellt, gestattet leider keine Verwerthung, da er nur den Koth des zweiten Versuchstages ohne genaue Abgrenzung untersuchte. Es wäre also noch weiteren Versuchen überlassen, hier eine Entscheidung zu bringen.

Es muss bei der Betrachtung der Stickstoffausnützung, wie wir es bereits oben bei den anderen Nahrungsstoffen gethan haben, berücksichtigt werden, dass der Stickstoff, welcher von den Resten der Verdauungssäfte stammt, bei geringer Zufuhr die Ausnützung etwas ungünstiger erscheinen lässt. Die Ursachen der so sehr verschiedenen Ausnützung der Nahrungsstoffe in den verschiedenen Nahrungsmitteln sind noch nicht genügend aufgeklärt. Ein Faktor ist das grosse Volumen, in welchem ein bestimmtes Nahrungsmittel aufgenommen werden muss, um als Nahrung zu dienen. Bei diesem durchwandern so grosse Mengen den Darmkanal, dass man geradezu von einer Verdrängung durch die fortwährend zugeführten Massen reden kann. Weiters sind chemische Einflüsse massgebend, doch findet man nicht immer bei saurer Gährung des Kothes eine rasche Entleerung und unvollständige Ausnützung, es müssen noch begünstigende Momente hinzutreten. Dies wird der rasche Eintritt der Säurung in Darmparthien, in denen Resorption

[1]) Proceedings of the Royal soc. Nr. 89—94.

stattfinden soll, sein. In anderen Fällen ist die physikalische Beschaffenheit von Bedeutung, so z. B. die Cellulosehüllen bei den Gemüsen, dann bewirken auch feste Körper, die einer Speise zugesetzt werden, eine schlechtere Ausnützung, z. B. Zusatz von Stroh zu Fleisch. Es ist natürlich in den vorliegenden Versuchen nur ein keiner Theil dessen barbeitet, was zu bearbeiten ist, aber es ist eine gewisse Orientirung gefunden.